

УДК 629.421

В.П.АНДРІЙЧЕНКО, О.В.ДОНЕЦЬ, кандидати техн. наук, С.О.ЗАКУРДАЙ
Харківська національна академія міського господарства

ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЦЕСУ ПУСКУ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ РУХОМОГО СКЛАДУ МІСЬКОГО ЕЛЕКТРИЧНОГО ТРАНСПОРТУ

Розглядаються способи регулювання збудження тягових електродвигунів (ТЕД) рухомого складу міського електричного транспорту та запропоновано застосування для цього DC/DC перетворювача для двигунів послідовного та змішаного збудження.

Рассматриваются способы регулирования возбуждения тяговых электродвигателей подвижного состава городского электрического транспорта и предложено использовать для этого DC/DC преобразователя для двигателей последовательного и смешанного возбуждения.

Are considered ways of the regulation of excitation of the tractive electric motors of the rolling stock of the town electric transport and is offered to use for this DC/DC converter for engines consequent and mixed excitation.

Ключові слова: електропривод, тяговий електродвигун, DC/DC перетворювач, струм, напруга, електрична схема.

Міський електротранспорт є однією з найважливіших галузей, яка задовольняє потреби населення в перевезеннях.

Від рівня розвитку транспортної мережі, організації руху транспортних потоків і надійності роботи електротранспорту в значній мірі залежить життєдіяльність підприємств, організацій та установ міста. Протягом останніх років у роботі міського електротранспорту намітилась тенденція до зменшення обсягу перевезень пасажирів і погіршення показників якості та безпеки їх транспортного обслуговування.

Електрообладнання експлуатованих зараз тролейбусів ТРОЛЗА не відповідає сучасним вимогам по енергозатратам та затратам на їх обслуговування, а придбання сучасного рухомого складу потребує значних фінансових витрат. Тому з економічної точки зору доцільно покращити техніко-економічні показники існуючого складу за рахунок вдосконалення тягового електрообладнання.

Управління тяговими електродвигунами (ТЕД) складається з наступних основних операцій: пуску в хід; зміни швидкості руху; електричного гальмування; зміни напрямку руху (реверсування).

При експлуатації тягових електродвигунів (ТЕД) рухомого складу міського електричного транспорту одним з основних режимів роботи є їхній пуск.

Процес пуску можна розділити на дві стадії: першу, за якої регулюється напруга на якорі тягового електродвигуна, і другу, коли змі-

нюються значення струму його збудження.

Швидкість обертання ТЕД постійного струму при ослабленні поля може регулюватися наступними способами [1]:

- відключенням частини витків обмотки послідовного збудження;
- паралельним приєднанням до обмотки послідовного збудження шунтуючих резисторів;
- регулюванням значення струму в обмотці паралельного збудження (для ТЕД змішаного збудження);
- комбінацією перших двох способів;
- регулюванням збудження за допомогою спеціального збуджувача;
- імпульсним регулюванням збудження (при використанні електронних перетворювачів).

Ступінь ослаблення поля можна оцінити коефіцієнтом регулювання

$$\alpha = \frac{F_{оп}}{F_{пл}} , \quad (1)$$

де $F_{оп}$, $F_{пл}$ – намагнічуючі сили ослабленого і повного полів.

Відношення намагнічуючих сил дорівнює відношенню магнітних потоків на прямолінійній ділянці характеристики намагнічування. На ділянці, що відповідає насиченню, за умови однакової зміни намагнічуючих сил, магнітний потік змінюється менше, а отже

$$\frac{\Phi_{оп}}{\Phi_{пл}} > \frac{F_{оп}}{F_{пл}} = \alpha . \quad (2)$$

При регулюванні поля відключенням частини витків головного полюса коефіцієнт регулювання збудження становить

$$\alpha = \frac{F_{оп}}{F_{пл}} = \frac{I \cdot w_1}{(I \cdot w)} = \frac{w_1}{w} , \quad (3)$$

де w_1 – число витків обмотки збудження, що залишилися після відключення; w – повне число витків.

Секція обмотки збудження, що відключається, повинна бути від'єднана від кола живлення, інакше вона виявиться замкнутою накоротко і при різких змінах струму ТЕД у ній буде наводитися електро-рушійна сила взаємодії та буде затримуватися процес зміни магнітного потоку, а при різких коливаннях напруги в контактній мережі може бути порушена нормальна комутація і виникнути коловий вогонь на колекторі тягового електродвигуна [2]. Такий спосіб регулювання

застосовують при відносно неглибокому ослабленні поля, коли ослаблення виконується одним ступенем.

При використанні шунтуючих резисторів змінюється струм обмотки збудження. Маємо

$$\alpha = \frac{I_e \omega}{I \omega} = \frac{I_e}{I}, \quad (4)$$

де I_e , I – відповідно струм збудження і струм якоря ТЕД.

Значення коефіцієнта регулювання збудження можна також визначити за співвідношенням опорів обмотки збудження r_e і шунта $r_{ш}$:

$$\alpha = \frac{r_{ш}}{(r_e + r_{ш})}. \quad (5)$$

Отже, змінюючи за допомогою додаткових контакторів $r_{ш}$ можна одержати будь-яке значення ослаблення поля.

За допомогою додаткових контакторів можна одержати практично будь-яке число ступенів ослаблення поля.

Недоліками вказаних способів регулювання є:

- при регулюванні поля з використанням переключення обмоток ТЕД необхідно мати додаткові відводи від обмоток збудження. Секціонування обмоток забезпечує більш стабільні швидкісні й тягові характеристики ТЕД, бо на ступінь ослаблення поля практично не впливає температура обмоток збудження;
- при регулюванні поля з використанням активних опорів крім резисторів і контакторів потрібні додаткові елементи – індуктивні шунти. Також використання шунтуючих резисторів призводить до відхилення характеристик керування. Також є втрати енергії у шунтуючому колі.

Для ослаблення поля в багатодвигунових приводах з тяговими двигунами можна застосовувати DC/DC перетворювач (DC – direct current – постійний струм) [3].

Функція силової частини такого перетворювача для сучасних пристроїв не є жорстко встановленою. Наприклад, той або інший перетворювач може забезпечувати стабілізовану напругу на виході при будь-яких змінах вхідної напруги або струму навантаження; він же може переходити в режим програмного керування, змінюючи рівень напруги на виході; може переходити в режим стабілізації потужності або струму. Зокрема, форми струмів і напруг на вході й виході перетворювача, їхні значення можуть визначатися й задаватися зовнішніми системами [4].

Схему включення перетворювача для ослаблення поля ТЕД послідовного збудження наведено на рис.1. При цьому вхідне коло перетворювача забезпечує ослаблення поля першого двигуна, а вихідне коло – другого двигуна.

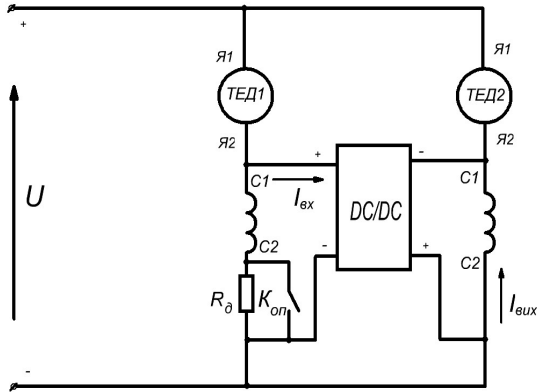


Рис.1 – Ослаблення поля з використанням DC/DC перетворювача для ТЕД послідовного збудження

Для вхідного і вихідного кіл DC/DC перетворювача можна записати рівняння:

$$I_{ex} U_{ex} = I_{вых} U_{вых}, \quad (6)$$

де I_{ex} , $I_{вых}$ – вхідний та вихідний струми перетворювача; U_{ex} , $U_{вых}$ – вхідна і вихідна напруги перетворювача.

Схему включення перетворювача для ослаблення поля ТЕД змішаного збудження наведено на рис.2. На схемі контактори К1-К5 призначені для реверсування струму в обмотці паралельного збудження. Контакт К1 підключає підвищуючий DC/DC перетворювач паралельно послідовній обмотці. Представлена схема дозволяє плавно регулювати ослаблення поля двигуна за рахунок зміни величини струму в паралельній обмотці та при цьому витрати енергії практично будуть відсутні.

Використання в конструкції DC/DC перетворювача сучасних силових напівпровідникових приладів (БТІЗ, К-МОН транзисторів, повністю керованих тиристорів) забезпечує мінімальні габарити, масу і вартість пристрою. Було відпрацьовано методи розрахунку подібних перетворювачів. Наявність широкої номенклатури силових приладів, які працюють на високих частотах перетворення (десятьки кілогерц) та

інтегральних драйверів керування ними, забезпечує ефективність застосування цього методу.

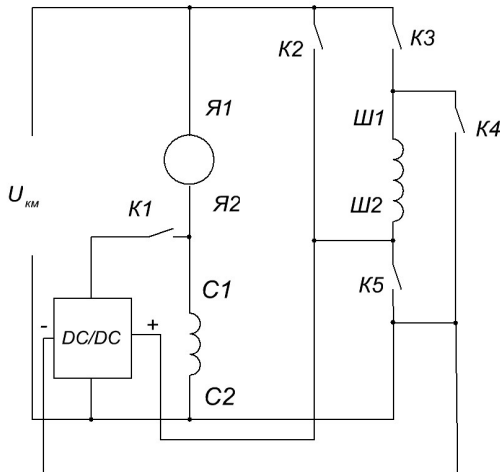


Рис.2 – Ослаблення поля з використанням DC/DC перетворювача для ТЕД змішаного збудження

Використання запропонованих схем на міському електричному транспорті дозволить зменшити витрати електроенергії рухомим складом.

- 1.Максимов А.Н. Городской электротранспорт: троллейбус. – М.: Академия, 2004. – 256 с.
- 2.Корягина Е.Е., Коськин О.А. Электрооборудование трамваев и троллейбусов. – Горький: Транспорт, 1982. – 317 с.
- 3.Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника. – М.: Техносфера, 2005. – 632 с.
- 4.Герман-Галкин С.Г. и др. Цифровые электроприводы с транзисторными преобразователями. – Л.: Энергоатомиздат, 1986. – 248 с.

Отримано 28.09.2009

УДК 621.327

В.Ф.ДАЛЕКА, д-р техн. наук, В.К.НЕМ, канд. техн. наук, В.И.СКУРИХИН
Харьковская национальная академия городского хозяйства

ПРОБЛЕМЫ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ КОНТАКТНОГО ПРОВОДА

Рассматриваются вопросы износостойкости и применения сталеалюминиевого контактного провода с разработкой модели расчетной схемы сил при воздействии на контактный провод.